

Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan  
Vol V, n° 3-4, Décembre 1974, pp. 53-62

# SIMULATION STOCHASTIQUE DES STRUCTURES DEMOGRAPHIQUES APPLICATION AUX POPULATIONS D'ALBACORES *THUNNUS ALBACARES*

Par A. Fonteneau (1)

## R E S U M E

Un programme d'ordinateur a été écrit pour simuler une population dont les dates de naissances des individus et leurs coefficients de croissance  $k$  et  $L_{\infty}$  de l'équation de Von Bertalanffy suivent des lois normales d'écart types quelconques. Des taux de mortalité naturelle et par pêche sont aussi appliqués à cette population.

L'emploi du modèle chez l'albacore précise la durée de la période des naissances et suggère qu'avec les taux actuels de mortalité de pêche, une assez bonne concordance entre la taille et l'âge est prévisible.

## A B S T R A C T

A computer program has been written in order to generate a population of fishes following a Von Bertalanffy growth curve with a random Gaussian variability for birth dates and growth parameters  $k$  and  $L_{\infty}$ .

Standard deviations for these three parameters are chosen separately for each run.

Fishing and natural mortalities are applied to this population.

Using as an input parameters usually taken for yellowfin in the eastern Atlantic, the simulation suggests a standard deviation between 1 and 2 month for the birth dates in this population.

It also indicates that increasing levels of fishing mortalities must produce a better agreement between age and length for the larger fish.

(1) Océanographe biologiste de l'ORSTOM - C.R.O., B.P. 118 Abidjan, Côte d'Ivoire

## 1.- INTRODUCTION

### 1.1.- POSITION DU PROBLEME

Les modèles à mortalité spécifique par âge impliquent une bonne concordance entre la longueur et l'âge. Ces méthodes ont été employées pour l'albacore de l'Atlantique sans que la relation entre la taille et l'âge des individus soit connue.

### 1.2.- OBSERVATIONS

On constate que les modes et leurs déplacements liés à la croissance sont faciles à observer jusqu'à l'âge de 4 ans environ (FONTENEAU et LENARZ, 1974). Au-delà, on observe toujours des modes moins nets dont la croissance est difficile à suivre en règle générale.

## 2. DISCUSSION

Divers phénomènes interviennent sur les mélanges des âges à une taille donnée et sur la forme des histogrammes de tailles. On peut retenir principalement:

1° - Variabilité des paramètres de croissance.

On admet généralement que les poissons ont une croissance décrite de façon satisfaisante par la loi de Von Bertalanffy:

$$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)})$$

Le paramètre  $L_{\infty}$  ou longueur asymptotique n'a pas à proprement parler une signification biologique.

On peut toutefois admettre qu'il existe dans les populations une variabilité individuelle dans la taille maximale de même que dans le taux de croissance. Le degré de mélange des âges pour des individus d'une taille donnée résultera de la variabilité de ces deux paramètres.

2° - Dates de naissance.

Un paramètre important pour déterminer la relation âge-taille sera l'étalement plus ou moins grand des dates de naissance:

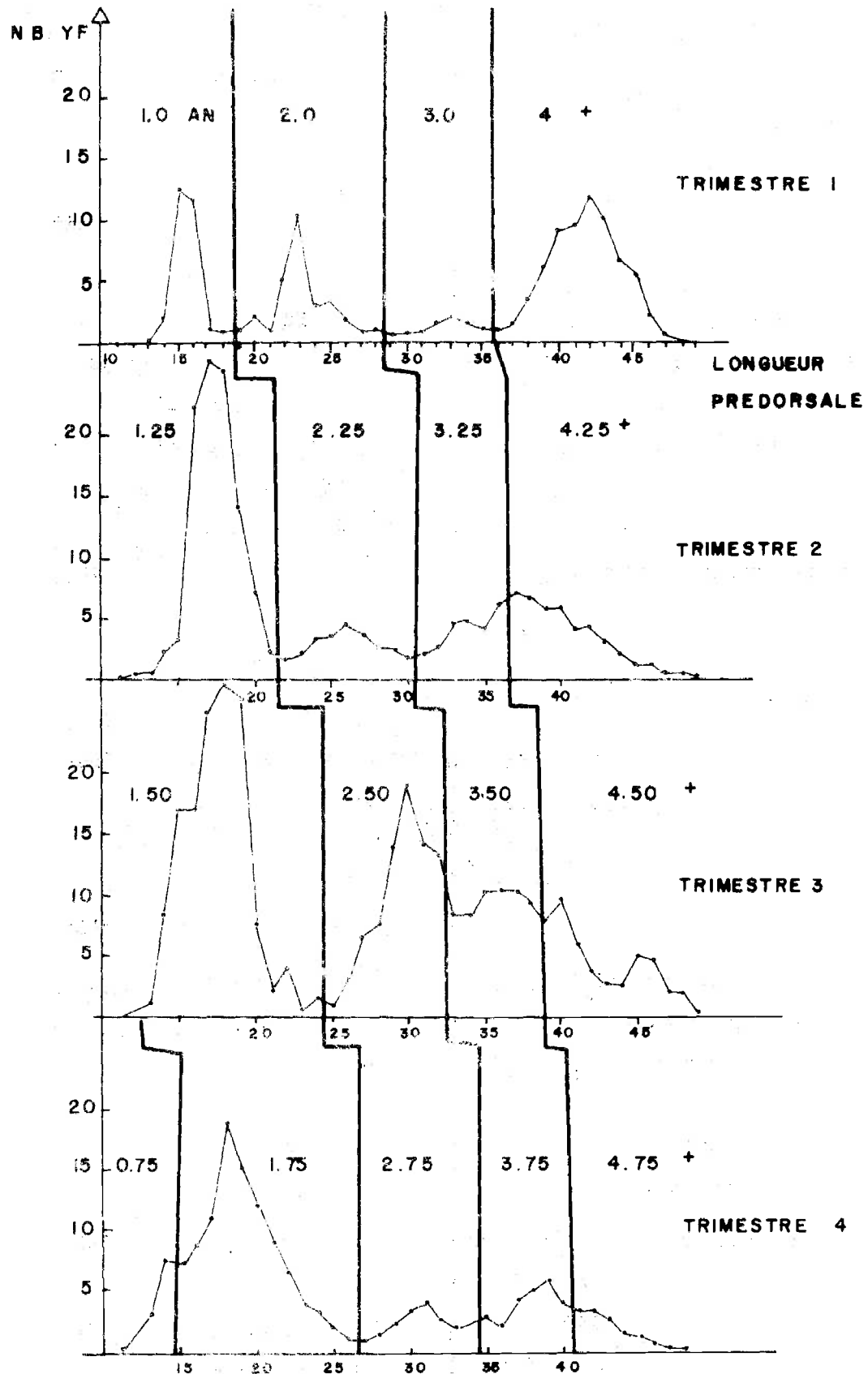


Fig.1: - Histogramme des prises par unité d'effort trimestrielles des grands sennéurs de la flottille F.I.S. (moyenne 69 à 73). Les traits verticaux indiquent les séparations supposées entre les âges.

Une cohorte dont les individus sont nés pendant une brève période aura une taille modale plus longtemps individualisée (à variabilité égale des paramètres de croissance) qu'une cohorte dont les individus sont nés pendant une longue période.

### 3° - Paramètres de mortalité.

La structure démographique plus ou moins jeune du stock doit largement influencer la relation âge-longueur:

- Pour un stock vierge où seule la mortalité naturelle  $M$  entre en jeu, l'abondance relative des vieux individus proches de leur longueur asymptotique et n'ayant plus qu'une faible croissance fait qu'à une taille donnée correspondent pour les grandes tailles des individus d'âges variés.

- Pour un stock fortement exploité la diminution du nombre des vieux individus ne peut qu'améliorer la correspondance entre l'âge et la taille en augmentant la proportion des individus encore en pleine croissance.

## 3.- SIMULATION

### 3.1.- PROGRAMME

Un programme de simulation ("AGE") a été écrit afin de préciser l'importance relative de la variabilité des paramètres  $k$ ,  $L_{\infty}$ , dates de naissance et mortalité sur la structure démographique de la population et sur la correspondance entre l'âge et la taille.

Le programme analyse le devenir d'une cohorte composée d'individus:

- ayant des coefficients  $k$  et  $L_{\infty}$  variables selon une loi normale d'écart type quelconque. En l'absence d'informations biologiques précises, ces deux paramètres ont des fluctuations indépendantes i.e. à un fort  $k$  peut correspondre un  $L_{\infty}$  faible et réciproquement

- ayant une date de naissance variable qui suit une loi normale d'écart type quelconque.

Les sous programmes GAUSS et RAMDU du Subroutine Scientific Package (IBM) sont utilisés pour générer ces nombres aléatoires.

Les taux de mortalité naturelle ( $M$ ) et par pêche ( $F$ ) sont lus par le programme: ces mortalités sont soit constantes, soit variables avec l'âge. Le programme calcule l'histogramme résultant de l'addition des structures démographiques instantanées de la cohorte chaque année pendant 10 ans;

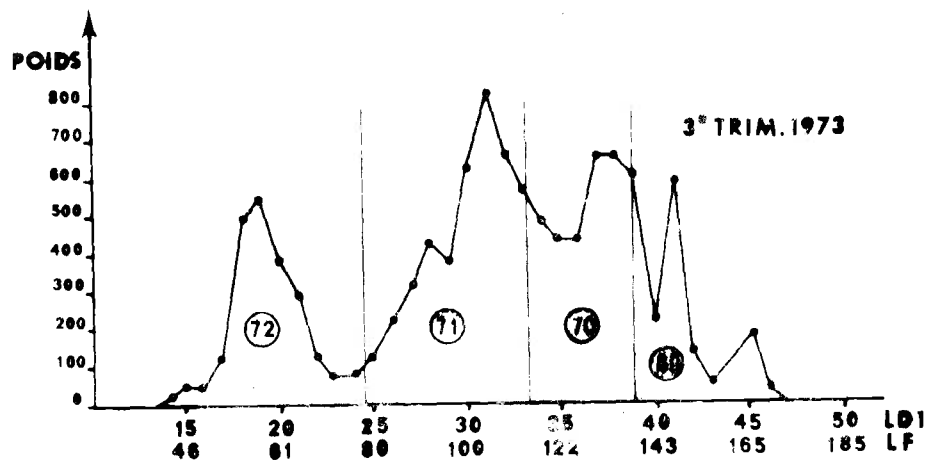


Fig. 2 : Albacores capturés par la flottille FIS- Troisième trimestre 1973.

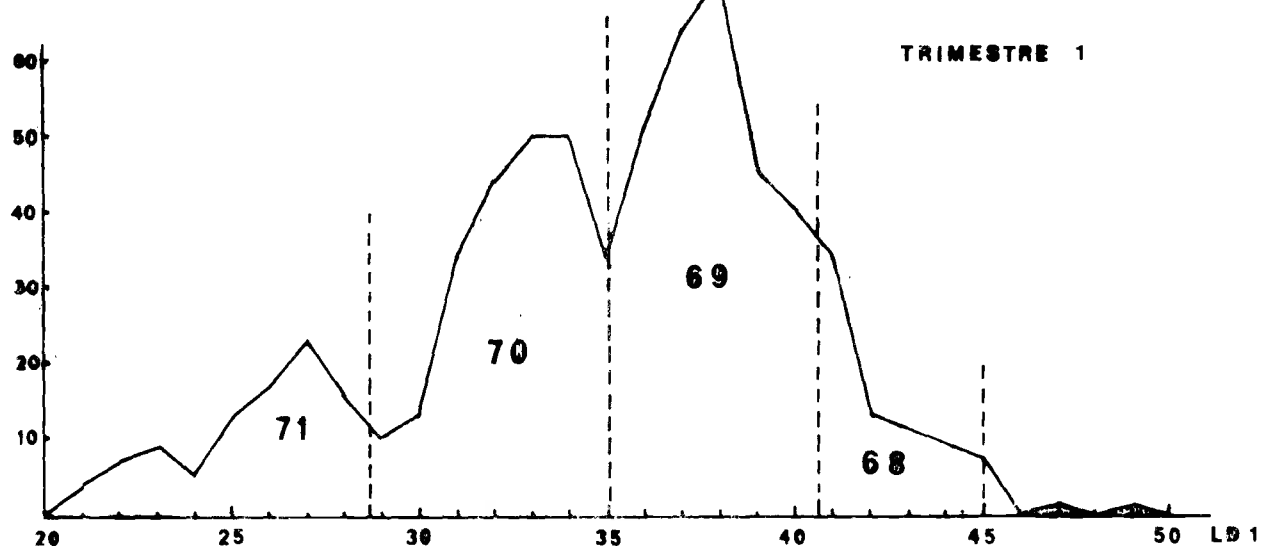


Fig. 3 : Albacores capturés par la pêche palangrière dans l'Atlantique de l'est -Premier trimestre 1973;

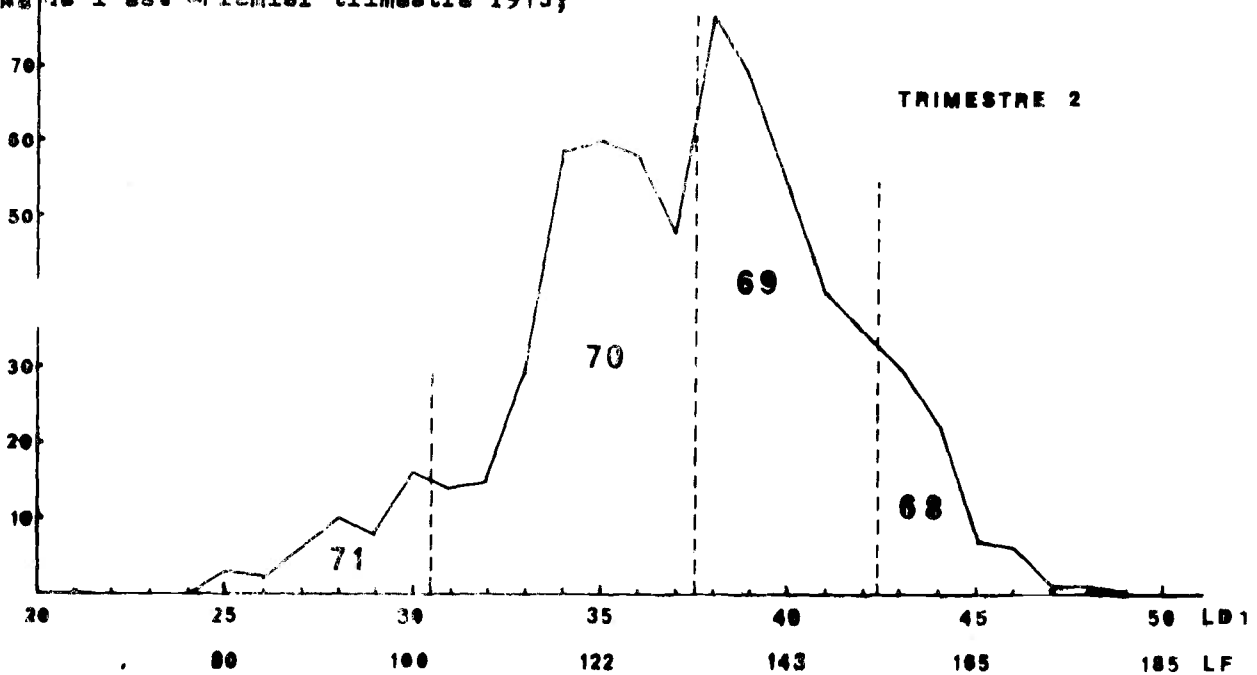


Fig. 4 : Albacores capturés par la pêche palangrière dans l'Atlantique de l'est- Deuxième trimestre 1973;

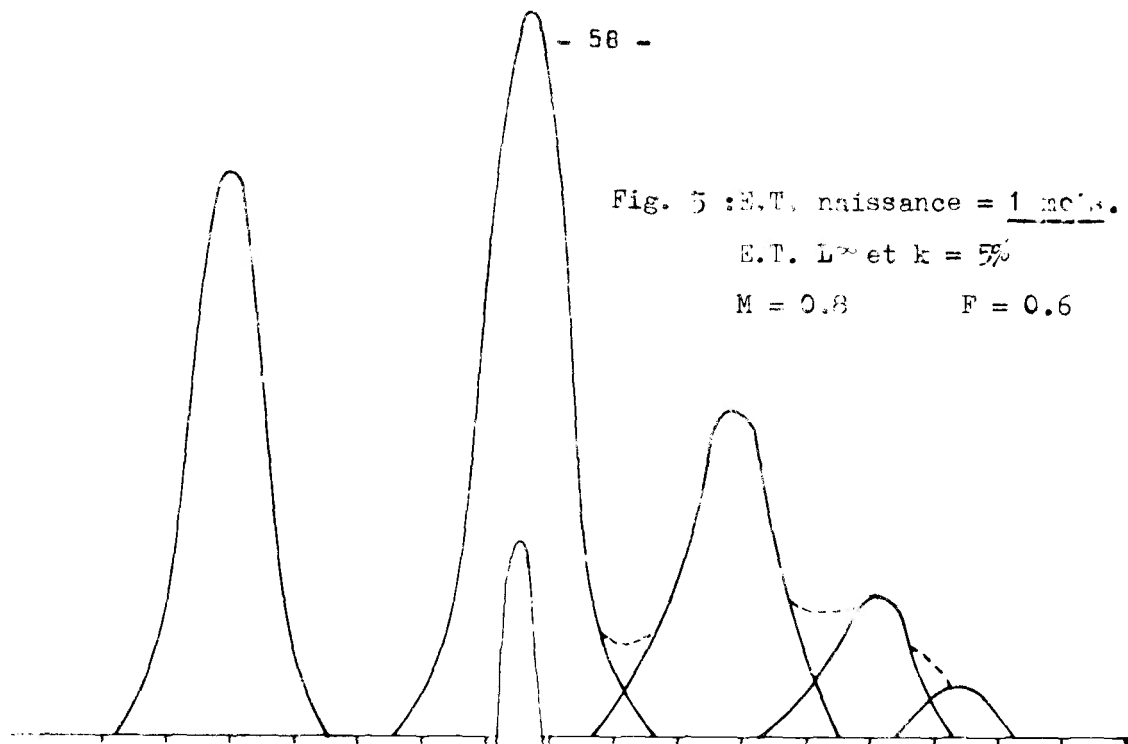


Fig. 5 : E.T. naissance = 1 mois.

E.T.  $L^\infty$  et  $k = 5\%$

$M = 0.8$        $F = 0.6$

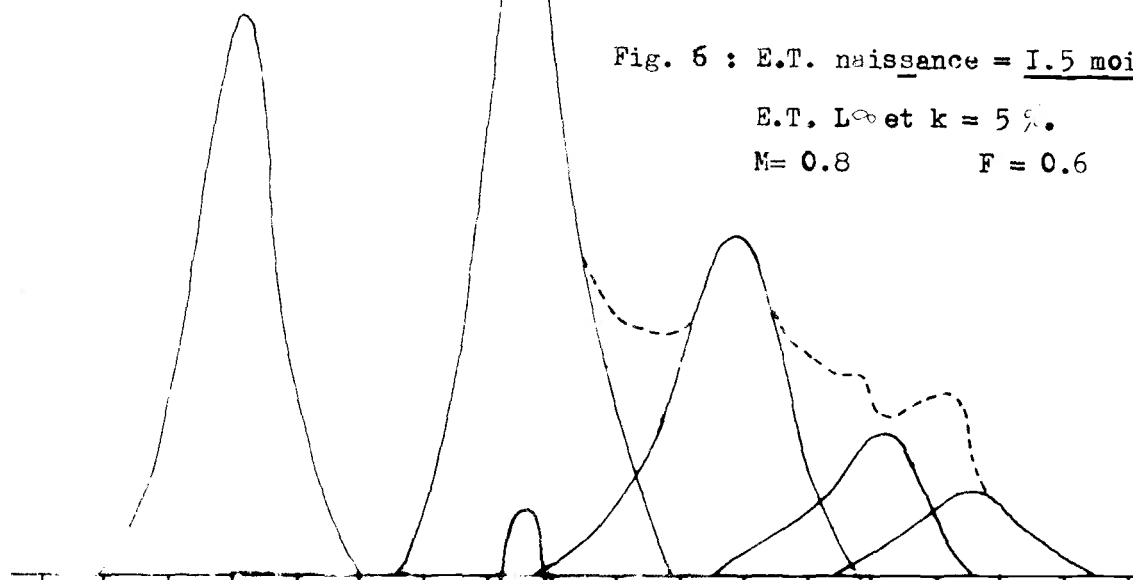


Fig. 6 : E.T. naissance = 1.5 mois.

E.T.  $L^\infty$  et  $k = 5\%$

$M = 0.8$        $F = 0.6$

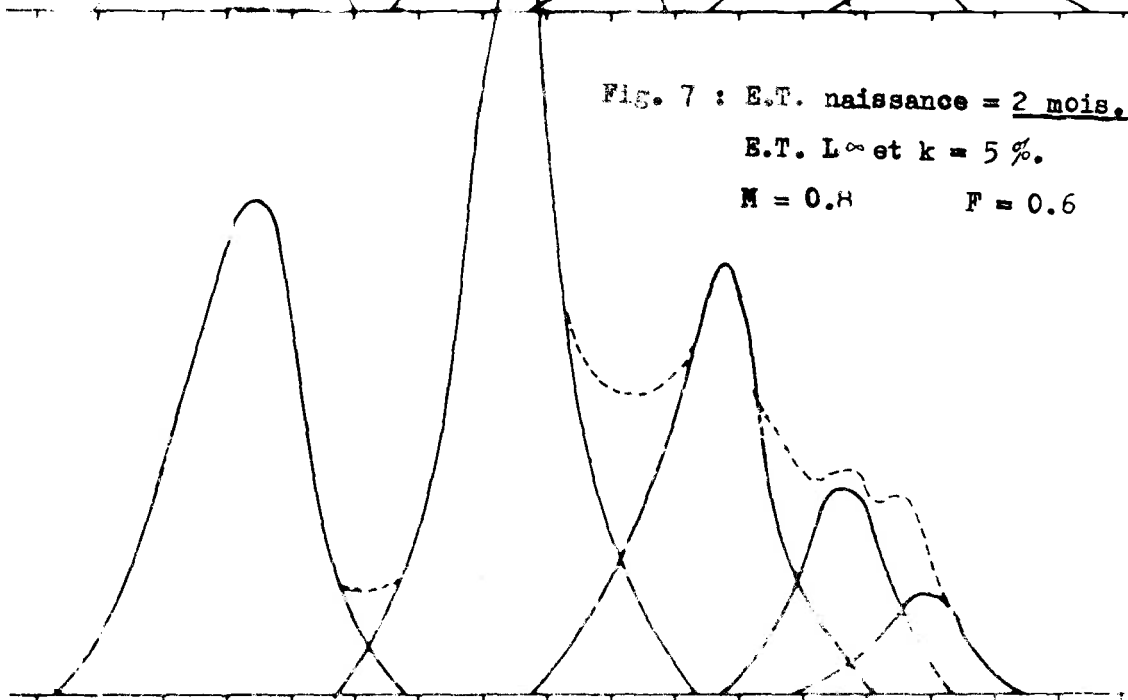


Fig. 7 : E.T. naissance = 2 mois.

E.T.  $L^\infty$  et  $k = 5\%$

$M = 0.8$        $F = 0.6$

à partir de la 2<sup>e</sup> année. Cette situation est équivalente à la présence de 10 cohortes ayant les mêmes dates de naissance, la même variabilité pour les paramètres de croissance et la même mortalité.

L'histogramme tracé par l'ordinateur est exprimé en poids pour des raisons d'échelle et de facilité de représentation. Un tableau donne après chaque histogramme la proportion des âges dans chaque classe de longueur à la fourche de 10cm, afin de permettre les décompositions en âges (fig. 5 à 13).

#### 4.- RESULTATS

##### 4.1.- VARIABILITE DES DATES DE NAISSANCE (Fig. 1 et 2)

L'examen des modes de la flottille F.I.S. montre que la classe recrutée est le plus souvent presque complètement séparée de la classe qui a été recrutée l'année précédente malgré l'effet de lissage provoqué par la croissance durant 3 mois.

La variabilité de  $k$  et  $L_{\infty}$  n'ayant pas d'influence sur cette situation on peut en faisant varier l'écart type sur la date de naissance, arriver à la conclusion que cet écart type est voisin de 1 à 2 mois (fig. 2 à 6) (cela signifie que 68% des poissons seraient nés pendant une période de 2 à 4 mois, si on admet la normalité des dates de naissance).

##### 4.2.- VARIABILITE DES PARAMETRES DE CROISSANCE

Très peu d'informations sont disponibles; l'écart type de ces deux paramètres a été fixé à priori à 5% et 10% des paramètres  $k$  et  $L_{\infty}$ .

$$\begin{array}{lll} \text{Soit } L_{\infty} = 195 \text{ cm} & \text{ET } 5\% = 10 \text{ cm} ; & \text{ET } 10\% = 20 \text{ cm} \\ k = 0,035 & \text{ET } 5\% = 0,0017; & \text{ET } 10\% = 0,0035 \end{array}$$

La comparaison entre les simulations obtenues avec les écarts types de 5 et 10% (fig.9 à 13) et les résultats des mensurations (fig.1 à 4) suggérerait plutôt une faible variabilité des paramètres de croissance.

Un écart type de 10% entraîne en effet la présence de modes peu ou pas distincts ce qui est peu en rapport avec la réalité.

Des études complémentaires sont nécessaires pour permettre de préciser la variabilité biologique de ces paramètres et effectuer des simulations plus réalistes. Les données de marquage, d'élevage et les études bibliographiques peuvent donner des indications plus précises.

Fig. 8 : E.T. naissance = 3 mois  
E.T.  $L^\infty$  et  $k = 5\%$ .  
 $M = 0.8$        $F = 0.6$

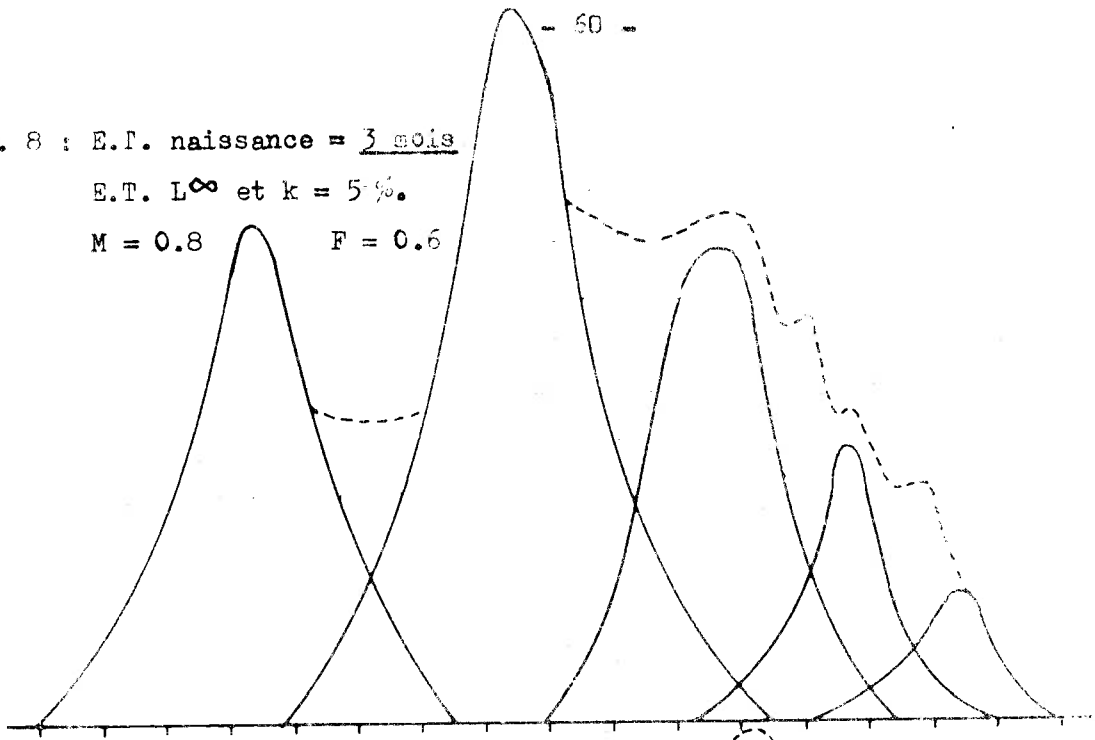


Fig. 9 : E.T. naissance = 2 mois.  
E.T.  $L^\infty$  et  $k = 5\%$ .  
 $M = 0.8$        $F = 0$

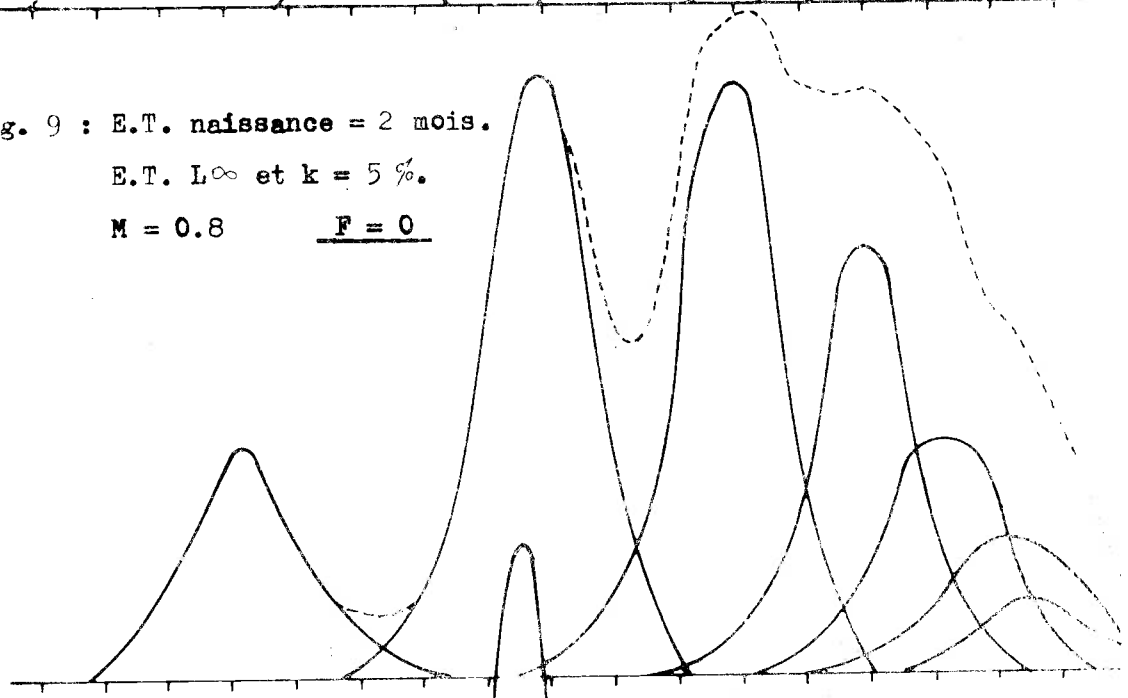
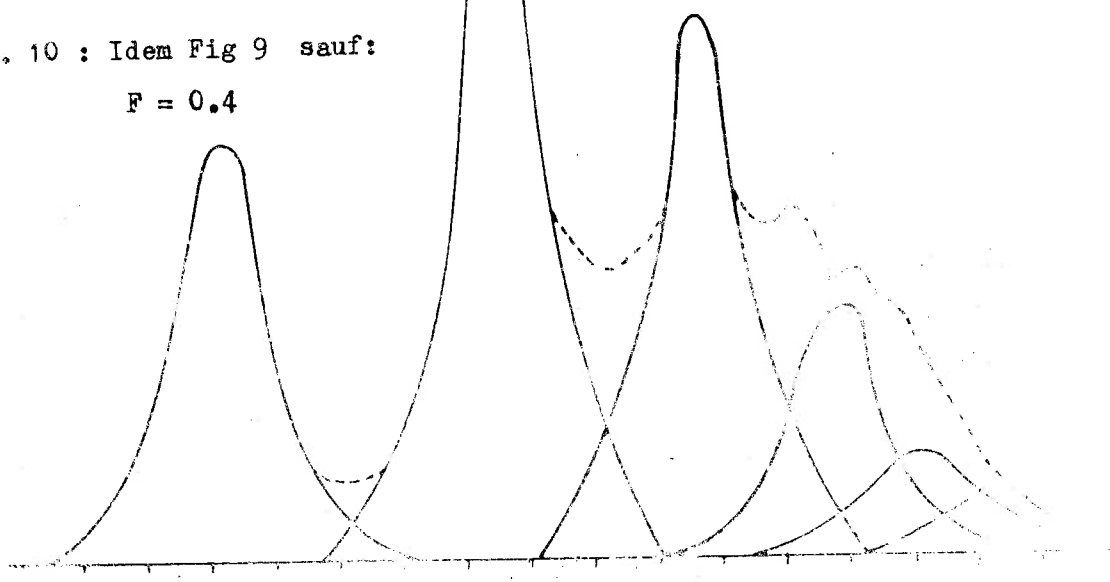


Fig. 10 : Idem Fig 9 sauf:  
 $F = 0.4$





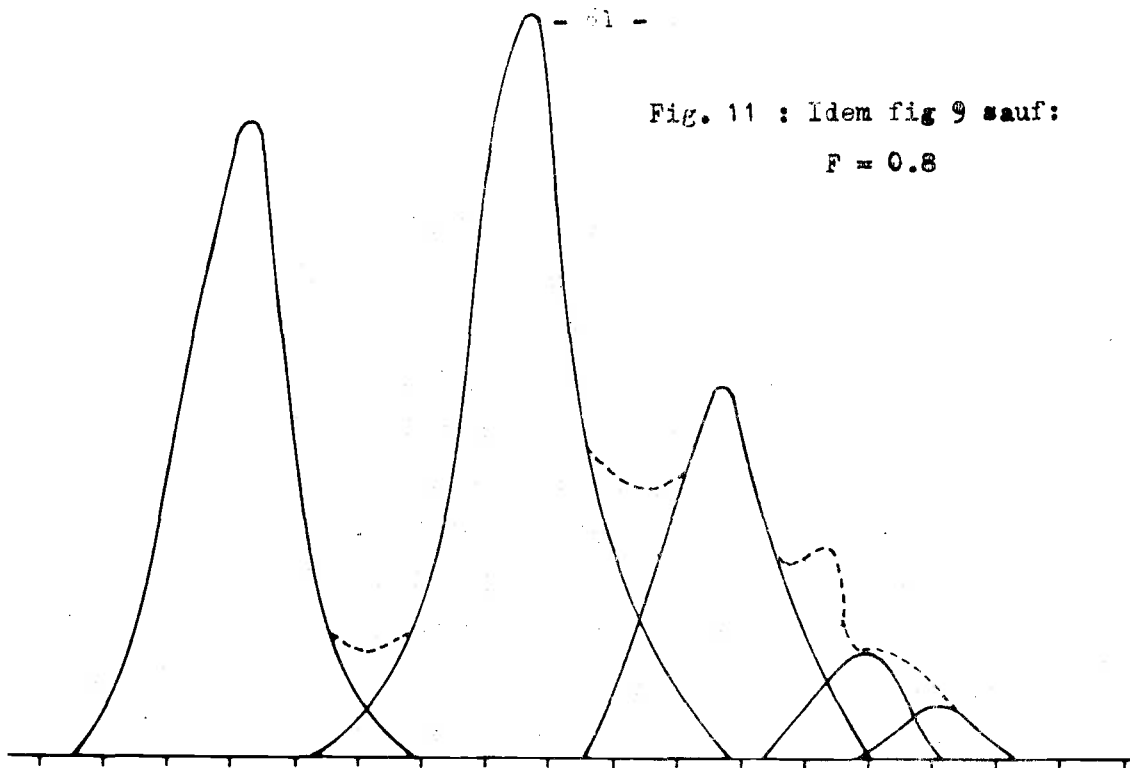


Fig. 11 : Idem fig 9 sauf:  
 $F = 0.8$

Fig . 12 : E.T. naissance = 2 mois

E.T.  $L^\infty$  et  $k = 10\%$ .

$M = 0.8$        $F = 0.$

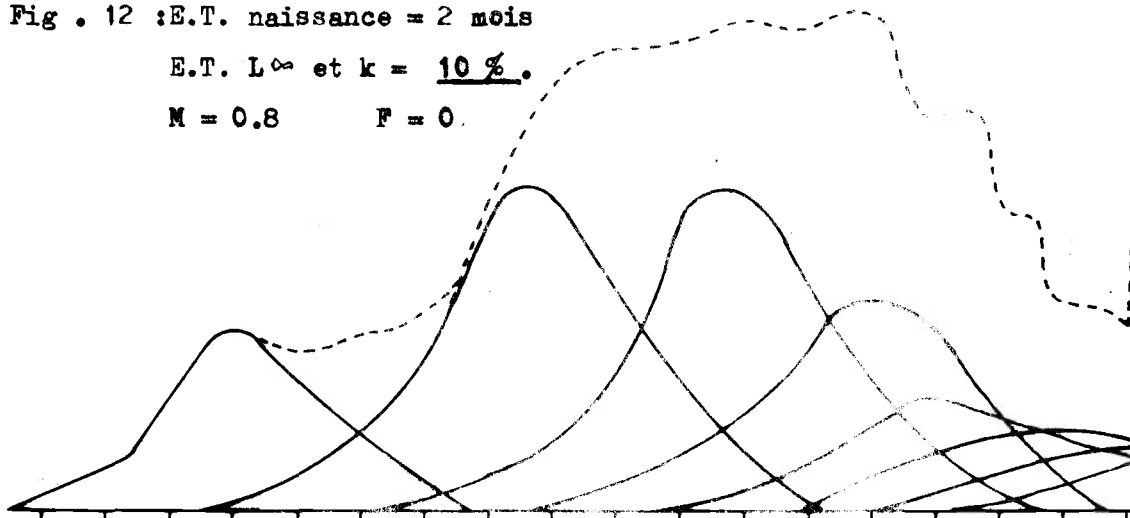
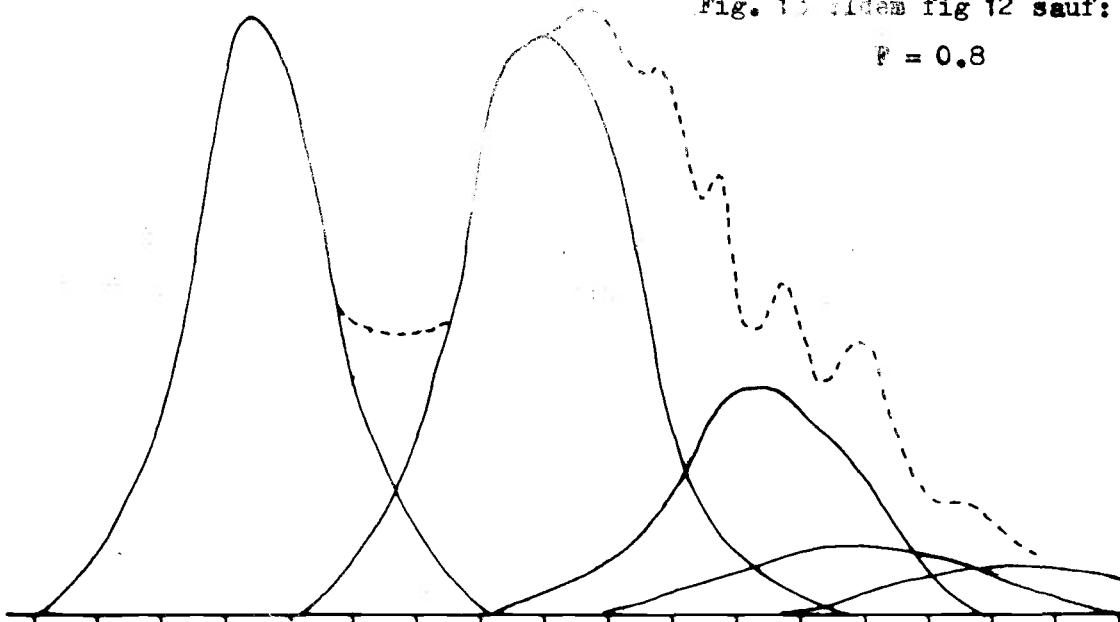


Fig. 13 : idem fig 12 sauf:

$F = 0.8$



#### 4.3.- VALEURS DE M ET DE F

La mortalité naturelle a été fixée constante et égale à sa valeur la plus probable ( $M = 0.8$ ). La mortalité par pêche également constante a varié dans la simulation de  $F = 0$  (stock vierge) à  $F = 0.8$  (valeur voisine de la mortalité par pêche actuelle). On vérifie (figures 9 à 11) que pour les valeurs croissantes de  $F$ , la structure démographique rajeunie de la population a pour conséquence une meilleure correspondance entre la taille et l'âge due à la diminution du nombre des vieux individus.

Pour les valeurs actuelles les probables de  $F$  qui sont voisines de  $M$ , la concordance entre la taille et l'âge est le plus souvent satisfaisante. A une taille donnée n'interviennent pas plus de 2 âges ce qui autorise les décompositions modales classiques contrairement à la situation du stock vierge où aux grandes tailles correspondent 3 ou 4 années impossibles à décomposer.

#### 5.- CONCLUSIONS

Le programme de simulation des structures démographiques permet de préciser l'étalement des dates de naissance.

Les résultats suggèrent également une concordance satisfaisante entre la taille et l'âge quand l'effort de pêche s'accroît. Cette concordance est toutefois fonction des variabilités individuelles dans la croissance, qui sont à déterminer. Cette simulation pourra être employée ultérieurement pour tester la sensibilité des méthodes d'analyse des cohortes aux erreurs commises sur l'âge des poissons.

#### Remerciements:

Mes vifs remerciements vont à M. Michel SLEPOUKA, technicien au Centre de Recherches Océanographiques d'Abidjan qui a participé à ce travail.